

*Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Северо-Осетинский государственный университет
имени Коста Левановича Хетагурова»*

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«МЕХАНИЗМЫ ОРГАНИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ»

Направление 04.04.01 Химия

Направленность (профиль) программы «Органическая химия»


Квалификация (степень) – магистр

Форма обучения - очная

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом по направлению 04.04.01 (уровень магистратура), утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 655 от 13.07.2017 г., учебным планом подготовки магистра по направлению 04.04.01 Химия, программа подготовки «Органическая химия», утвержденным ученым советом ФГБОУ ВО «СОГУ» от «31» мая 2022 г., протоком № 13.

Составитель: д.х.н., профессор кафедры органической химии Абаев В.Т.

Рабочая программа обсуждена и утверждена на заседании кафедры органической химии (протокол № 8 от «08» апреля 2022 г.)

Заведующий кафедрой  Абаев В.Т.

Одобрена советом факультета химии, биологии и биотехнологии (протокол № 6/21-22 от «25» апреля 2022 г.)

Председатель совета факультета  Агаева Ф.А.

1. Структура и общая трудоемкость дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины «Механизмы органических реакций» составляет 5 зачетных единиц (180 часов).

	Очная форма обучения	Заочная форма обучения
Курс	1	-
Семестр	1	-
Лекции	36	-
Практические (семинарские) занятия	-	-
Лабораторные занятия	54	-
Консультации	-	-
Итого аудиторных занятий	90	-
Самостоятельная работа (в том числе курсовая работа)	36 -	- -
Форма контроля:		
Экзамен	Экзамен, 54 часа	-
Зачет	-	-
Общее количество часов	180	-
	Очная форма обучения	Заочная форма обучения
Курс	1	

2. Цели освоения дисциплины:

Целями освоения дисциплины "Механизмы органических реакций" является получение студентами современных представлений о механизмах реакций, методах их исследования, а также формирование умения делать собственные заключения о механизме изучаемой реакции, уверенно ориентироваться в потоке информации, касающейся динамики химических процессов. Основой дисциплины "Механизмы органических реакций", состоящей из взаимоувязанных частей, является теория переходного состояния, базирующаяся на принципах и постулатах химической кинетики и термодинамики. Часть курса направлена на изучение основных подходов и методов установления механизмов органических реакций, включая современные физические методы. Далее рассматриваются наиболее важные механизмы органических реакций, природа интермедиатов (карбокатионов, карбанионов, радикалов, карбенов, нитренов), которые образуются в ходе химического взаимодействия, а также важная информация о природе растворителей, влиянии растворителей на скорости и механизмы реакций. Усвоение теоретических знаний требует посещения лекций и самостоятельной работы с учебником. Отдельные темы теоретического курса прорабатываются студентами самостоятельно в соответствии с планом самостоятельной работы. По программе лекционного курса проводятся занятия, на которых решаются задачи по механизмам реакций. Большинство задач дается студентам для самостоятельного решения. Для проверки правильности решения приводятся ссылки на оригинальные работы.

3. Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры.

Дисциплина «Механизмы органических реакций» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1. Дисциплины (модули) учебного плана подготовки магистров по направлению 04.04.01 Химия, программа подготовки Органическая химия, имеет индекс в учебном плане Б1.В.03.

Для освоения данной дисциплины необходимо владение предварительными компетенциями, приобретенными в результате освоения предшествующих дисциплин учебного плана подготовки бакалавра по направлению 04.03.01 Химия («Органическая

химия» - ОК-7; ОПК-1; ОПК-2; ПК-3; ПК-6; ПК-7, «Физические методы исследования» - ПК-2; ПК-4; «Строение вещества» - ПК-3, «Физическая химия» - ОК-7; ОПК-1; ПК-2; ПК-3; «Электрохимия органических соединений» - ОПК-1; ОПК-5; ПК-1; ПК-3; ПК-5, «Безопасность жизнедеятельности» ОК-9; ОПК-6; ПК-7).

Для освоения данной учебной дисциплины (УД) студент должен владеть

ОК-7. Способностью к самоорганизации и самообразованию;

ОК-9. Способностью использовать приемы первой помощи, методы защиты в условиях чрезвычайных ситуаций;

ОПК-1 Способностью использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач;

ОПК-2. Владением навыками проведения химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций;

ОПК-5. Способностью к поиску и первичной обработке научной и научно-технической информации;

ОПК-6. Знанием норм техники безопасности и умением реализовать их в лабораторных и технологических условиях;

ПК-1. Способностью выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам;

ПК-2. Владением базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований;

ПК-3. Владением системой фундаментальных химических понятий;

ПК-4. Способностью применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов;

ПК-5. Способностью получать и обрабатывать результаты научных экспериментов с помощью современных компьютерных технологий;

ПК-6 Владением навыками представления полученных результатов в виде кратких отчетов и презентаций;

ПК-7 Владением методами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств.

Для освоения данной учебной дисциплины студент должен

Знать:

- основные принципы, законы, положения, методологию изучаемых химических дисциплин, понимает основы физических и физико-химических методов исследования;
- особенности принятия и реализации организационных, в том числе управленческих решений;
- теоретико-методологические основы саморазвития, самореализации, использования творческого потенциала собственной деятельности;
- закономерности в изменении свойств химических веществ различной природы;
- факторы вредного влияния элементов среды обитания (технических средств, технологических процессов, материалов, зданий и сооружений, природных и социальных явлений);
- нормативные требования и правила техники безопасности при работе в химической лаборатории;
- методы получения и исследования химических веществ и реакций;
- основные принципы и подходы к выбору методов анализа;
- основные физические и химические свойства веществ и материалов, используемых в лабораторных и технологических условиях, на основании которых формулируются правила и нормы техники безопасности;

Уметь:

- определять приоритеты профессиональной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки;

- планировать самостоятельную деятельность в решении профессиональных задач;
- идентифицировать опасные и вредные факторы в рамках осуществляемой деятельности;
- предлагает мероприятия по предотвращению чрезвычайных ситуаций;
- систематизировать и анализировать результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов;
- интерпретировать результаты собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии;
- планировать и проводить экспериментальные исследования, использовать химические свойства основных классов неорганических и органических веществ и различные методы получения и исследования химических веществ и реакций, прогнозировать и оценивать результаты эксперимента;

Владеть:

- правилами поведения при возникновении чрезвычайных ситуаций природного и техногенного происхождения;
- приемами оказания первой помощи;
- методами безопасной работы в химической лаборатории;
- навыками составления заключений и выводов по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности;
- навыками химического эксперимента в области неорганической и органической химии, физико-химических методов анализа; навыками практической работы на современной аппаратуре при проведении экспериментов, нормами техники безопасности;
- навыками определения эффективного направления действий в области профессиональной деятельности;
- принятием решений на уровне собственной профессиональной деятельности; навыками планирования собственной профессиональной деятельности.

Данная дисциплина имеет логическую и содержательно-методическую взаимосвязь при последующем освоении дисциплин учебного плана, а именно: «Химия ароматических гетероциклов», «Катализ», «Химия элементоорганических соединений», «Проблемы синтеза лекарственных препаратов», «Производственная (педагогическая) практика».

Изучение данной дисциплины служит подготовкой студента к будущей профессиональной деятельности в областях – научно-исследовательской и педагогической согласно профессиональным стандартам:

1. **40.010. Профессиональный стандарт «Специалист по техническому контролю качества продукции»** утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 123н. (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 22 апреля 2014 г. № 32067). Вид профессиональной деятельности – «Технический контроль качества продукции».
2. **40.011. Профессиональный стандарт «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам»** утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 4 марта 2014 г. № 121н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 21 марта 2014 г., регистрационный № 31692). Вид профессиональной деятельности – «Осуществление научно-исследовательской деятельности по решению фундаментальных и прикладных задач химической направленности в составе научного коллектива».
3. **01.004. Профессиональный стандарт «Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования»** утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 08.09.2015 № 608н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации от 24 сентября 2015 г. № 38998). Вид профессиональной деятельности – «Педагогическая деятельность в профессиональном

обучении, профессиональном образовании, дополнительном профессиональном образовании».

При освоении данной дисциплины обучающийся сможет продемонстрировать (частично) следующие обобщенные трудовые функции (ОТФ) и трудовые функции (ТФ):

Код и наименование профессионального стандарта		Обобщенная трудовая функция (ОТФ)		Трудовая функция (ТФ)	
01 Образование и наука (в сфере дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования, профессионального обучения, профессионального образования, дополнительного образования)					
01.004 Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования, утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 08.09.2015 № 608н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации от 24 сентября 2015 г. № 38998).	Код	Наименование ОТФ	Уровень квалификации	Наименование ТФ	Код
	А	Преподавание по программам профессионального обучения, среднего профессионального образования (СПО) и дополнительным профессиональным программам (ДПП), ориентированным на соответствующий уровень квалификации	6	Организация учебной деятельности обучающихся по освоению учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей) программ профессионального обучения, СПО и (или) ДПП.	А/01.6
				Педагогический контроль и оценка освоения образовательной программы профессионального обучения, СПО и (или) ДПП в процессе промежуточной и итоговой аттестации.	А/02.6
				Разработка программно-методического обеспечения учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей) программ профессионального обучения, СПО и (или) ДПП.	А/03.6
40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере научно-технических, опытно-конструкторских разработок и внедрения химической продукции различного назначения, в сфере метрологии, сертификации и технического контроля качества продукции)					

40.010 Специалист по техническому контролю качества продукции, утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 123н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 22 апреля 2014 г. № 32067)	Код	Наименование ОТФ	Уровень квалификации	Наименование ТФ	Код
	А	Контроль качества продукции на всех стадиях производственного процесса	5	Анализ качества сырья и материалов, полуфабрикатов и комплектующих изделий	А/01.5
				Инспекционный контроль производства	А/02.5
				Внедрение новых методов и средств технического контроля	А/03.5
				Проведение испытаний новых и модернизированных образцов продукции	А/04.5
40.011 Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам, утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации от 21 марта 2014 г. № 31672)	Код	Наименование ОТФ	Уровень квалификации	Наименование ТФ	Код
	С	Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по тематике организации	6	Осуществление научного руководства проведением исследований по отдельным задачам	С/01.6
				Управление результатами научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ	С/02.6

4. Требования к результатам освоения дисциплины (компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля))

Изучение дисциплины «Механизмы органических реакций» способствует формированию и развитию у обучающихся следующих компетенций и индикаторов их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Основание (ПС, анализ опыта)
Научно-исследовательский тип задач			
Осуществление научно-исследовательской деятельности по решению фундаментальных и прикладных задач химической направленности в составе научного коллектива	ПК-2. Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	ПК-2.1. Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий. ПК-2.2. Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов. ПК-2.3. Проводит испытания инновационной продукции.	Анализ опыта, ПС: 40.010 40.011
Осуществление научно-исследовательской деятельности по решению фундаментальных и прикладных задач химической направленности в составе научного коллектива	ПК-3. Способен использовать фундаментальные законы химии и владеть теорией и навыками практической работы для решения научно-исследовательских задач с использованием современных приборов и компьютерных технологий.	ПК-3.1. Использует фундаментальные законы химической науки для разработки новых методов и методик анализа веществ и материалов, а также для решения научно-исследовательских задач в области органической химии и смежных с химией наук. ПК-3.2. Умеет находить, формулировать и решать стандартные задачи в научно-исследовательской деятельности в выбранной области химии с использованием современных приборов и компьютерных технологий. ПК-3.3. Владеет теорией и навыками практической работы для решения фундаментальных и прикладных научно-исследовательских задач.	Анализ опыта, ПС: 40.010 40.011

В результате освоение дисциплины студент должен:

Знать:

- современные расчетно-теоретические методы химии для решения профессиональных задач;
- фундаментальные законы химической науки для разработки новых методов и методик анализа веществ и материалов, а также для решения научно-исследовательских задач в области органической химии и смежных с химией наук.

Уметь:

- составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий;
- находить, формулировать и решать стандартные задачи в научно-исследовательской деятельности в выбранной области химии с использованием современных приборов и компьютерных технологий

Владеть:

- экспериментальными и расчетно-теоретическими методами решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов

При проведении учебных занятий обеспечивается развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств.

Используется проведение интерактивных лекций, групповых дискуссий, материалы на основе результатов научных исследований, в том числе с учетом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей.

4. Содержание и учебно-методическая карта дисциплины

Номер недел и	Наименование тем (вопросов), изучаемых по данной дисциплине	Занятия		Самостоятельная работа студентов		Формы контроля	Количество баллов		Литерат ура
		Лекц	Лаб.	Содержание	Часы		min	max	
1	Реакционноспособные интермедиаты органических реакций. Свободные радикалы. Алкильные радикалы; строение и основные способы генерирования. Обнаружение и установление строения свободных радикалов. Спектры ЭПР. Спин-ловушки. Радикальные пары и эффекты ХПЯ в спектрах ЯМР. σ - и π -Радикалы. Основные радикал-радикальные реакции: рекомбинация, диспропорционирование. Окисление и восстановление свободных радикалов. Стабильные радикалы.	2	2	Основные типы реакций органических соединений: перегруппировки, рекомбинация и диссоциация, бимолекулярное замещение, перенос электрона. Деление реакций на нуклеофильные, электрофильные и гомолитические. Общая классификация механизмов. Понятие о переходном состоянии. Стадии изучения механизма реакций: материальный баланс, кинетика, стереохимические корреляции, изотопные и структурные метки, влияние заместителей, растворителя,	8	Собеседование, презентации на основе современных мультимедийных средств	0	5	1-24

				катализаторов, поиск нестабильных интермедиатов.					
2	Карбены и нитрены. Конфигурационные взаимодействия в карбенах. Синглетные и триплетные карбены, их геометрия, различимость по тесту Скелла. Строение метилена и дифторметилена. Спектроскопия матричной изоляции. Способы генерации карбенов. Нитрены и ионы нитрения. Примеры реакций с их участием. Гермилены, силилены, станнилены	2	4	Термодинамические параметры реакций. Величина энтропии активации для реакций разных типов. Понятие о кинетическом и термодинамическом контроле реакций. Уравнение Гаммета. Константы заместителей и константы реакций, их знак и абсолютная величина. Константы σ^+ , σ^- , σ^* , ρ . Стерические эффекты. Уравнение Тафта. Соотношение линейности свободных энергий в исследовании переходного состояния.	8	Собеседование Выполнение лабораторной работы	0	5	1-24
3	Карбокатионы. Карбониевые и карбениевые ионы. Строение катионов CH_3^+ и CH_5^+ . Генерация трет-бутильного катиона в суперкислых средах. Факторы, влияющие на стабильность карбениевых ионов. Аллильные, бензильные и полиарилметильные катионы. Катион тропилия и его свойства. Шкала	2	2			Собеседование Выполнение лабораторной работы	0	5	1-24

	стабильности карбениевых ионов. Объяснение стабилизирующего эффекта метильной, фенильной и циклопропильной групп, галогенов, кислород-, азот- и серосодержащих заместителей. Неклассические карбокатионы								
4	Карбанионы. Свободные карбанионы в газовой фазе. Их исследование методами ион-циклотронного резонанса и масс-спектрометрии высокого давления. Получение карбанионов в растворах в суперосновных средах. σ - и π -Карбанионы. Факторы, влияющие на стабильность карбанионов. Роль среды и противоиона. Контактные и сольватноразделенные ионные пары. CN-Кислоты. Кинетическая и термодинамическая кислотность. Амбидентные анионы и форма их МО.	2	4			Собеседование, реферат, выполнение лабораторной работы	0	5	1-24
5	Ароматические ион-радикалы. Генерирование катион-радикалов (КР) и анион-радикалов (АР): химическое, фотохимическое, электрохимическое. Реакции КР: диспропорционирование, присоединение нуклеофилов, отщепление протона. Реакции АР: с донорами протонов, диспропорционирование, отщепление нуклеофугной группы. Ион-радикальные соли. Теория КПЗ. SET-Механизм в органических реакциях и его обнаружение методом ХПЯ. Примеры таких реакций. Одноэлектронный сдвиг. Механизм электрофильных перегруппировок к электроноизбыточному центру как одноэлектронный сдвиг. Стабильные ион-радикалы (голубой Вюрстера, кетилы и др.)	2	2	Примеры редких интермедиатов. Напряженные углеводороды. Тетраэдран, (1,1,1)пропеллан, циклопропен и его реакция с атомарным углеродом. Циклические аллены; примеры реакций с их участием. Циклические ацетилены. Аценафтин. Арины и гетарины, доказательства их	8	Собеседование, Выполнение лабораторной работы	0	5	1-24

				существования с помощью меченых атомов.					
6	<p>Построение молекулярных орбиталей. π-Системы. π-Связи в этилене, ацетилене, карбонильной группе. Теория возмущений молекулярных орбиталей. Возмущения первого и второго порядка. Двухорбитальные взаимодействия. Трёхорбитальные взаимодействия. π-Орбитали линейных и циклических сопряжённых полиенов, их построение на основе метода возмущений, симметрия и узловые свойства. Зависимость энергии от числа узлов. Особенности строения нечётных линейных полиенов. Аллильный радикал, анион и катион. Циклические π-системы. Парность орбиталей. Вырожденные орбитали. Ароматичность и антиароматичность. Энергии делокализации и ароматичность. Бензол и его молекулярные орбитали. Граничные орбитали по Фукуи (ВЗМО, НСМО, ОЗМО). Многоструктурное описание строения молекулы бензола. Теория резонанса и её применение к бензольной, аллильной и бензильной системам, 1,3-диполям (диазометан, азиды, нитрилоксиды, нитрилиды и др.). Гиперконъюгация и её рассмотрение в рамках теории молекулярных орбиталей.</p>	2	4			Собеседование, презентации на основе современных мультимедийных средств, выполнение лабораторной работы	0	5	1-24
7	<p>σ-Системы. Канонические молекулярные орбитали тетраэдрической молекулы метана; их построение из групповых орбиталей ансамбля H_4 и атомных орбиталей углерода. Канонические МО плоской квадратной молекулы CH_4. Сравнение свойств тетраэдрического и плоского</p>	2	2			Собеседование Выполнение лабораторной	0	5	1-24

	метана. Причины конфигурационной устойчивости тетраэдра. Концепция гибридных орбиталей; ее применение к описанию строения метана. Недостатки простой теории гибридизации; их устранение путем симметризации гибридных орбиталей. Фотоэлектронные спектры метана. Молекулярные орбитали этана и их построение из "строительных блоков" CH_3 . Скелетные орбитали циклопропана и их построение из трех строительных блоков CH_2 с помощью метода возмущений. Плоскостные τ -орбитали циклопропана. π -Свойства циклопропана: "банановость" τ -связей, протонирование "по ребру", предпочтительная конформация циклопропилалкильных катионов, устойчивость катионов, содержащих циклопропильные заместители. Скелетные орбитали циклобутана. Утрата π -свойств при переходе от циклопропана к циклам с большим числом атомов углерода					работы			
8	Орбитальное строение металлокомплексов. Типы лигандов, понятия дентатности, гаптность, подсчет числа электронов в комплексе, правило 18 электронов, обратное связывание и его роль в стабилизации комплексов. Аналогия изолобальности. Построение молекулярных орбиталей октаэдрических комплексов. Построение молекулярных орбиталей плоско-квадратных комплексов. Построение молекулярных орбиталей тетраэдрических комплексов.	2	4	Молекулярные орбитали фрагментов ML_5 , ML_4 , ML_3 , ML_2 , CrM , Cr_2M , построение комплексов из фрагментов.	10	Собеседование, выполнение лабораторной работы	0	5	1-24
9	Теория перциклических реакций. Классификация перциклических реакций по Вудворду-Хоффману. Характерные особенности:	2	2			Собеседование Выполне	0	5	1-24

	высокая стерео- и региоселективность, изменение селективности при переходе от термической к фотохимической активации. Молекулярно-орбитальная теория перициклических реакций. Перициклические орбитали; супраповерхностные и антараповерхностные взаимодействия. Критерии ароматичности по Хюккелю и Мёбиусу. Хюккелевская и мёбиусовская топология переходного состояния. Разрешённые и запрещённые реакции; относительность такого разграничения. Объяснение разрешённых и запрещённых путей реакций методами возмущения МО, корреляционных диаграмм и ароматического и антиароматического переходного состояния. Примеры реакций, идущих по "запрещённому" пути. Сохранение орбитальной симметрии. Правила Вудворда-Хоффмана					ние лаборато рной работы			
10	Электроциклические реакции. Их механизм. Конротаторные и дисротаторные процессы. Правила Вудворда-Хоффмана для электроциклических реакций. Применение метода корреляционных диаграмм и метода ароматического переходного состояния к этим реакциям. Примеры синтетического использования термических и фотохимических электроциклических реакций. Образование четырёхчленных циклов. Образование средних циклов путём раскрытия малого цикла в бициклических системах. Стереохимия.	2	4			Собеседо вание, реферат, выполне ние лаборато рной работы	0	5	1-24
11	Циклоприсоединение. Применение метода ВМО к анализу этих реакций. Метод корреляционных диаграмм и ароматического переходного состояния. Классификация реакций	2	2			Собеседо вание Выполне ние	0	6	1-24

	циклоприсоединения по числу электронов, типу орбиталей и геометрии перекрывания. Термические (4+2) реакции. Реакция Дильса-Альдера и ретродиеновый распад. Вторичные орбитальные взаимодействия как причина предпочтительного эндо-присоединения. Региоселективность реакции и величина коэффициентов на концевых атомах в граничных орбиталях диена и диенофила. Механизм присоединения карбенов по двойной связи. 1,3-Диполярное циклоприсоединение как (4+2)-процесс. 1,3-Диполи и их строение. Фотохимическое (2+2) циклоприсоединение. Правила Вудворда-Хоффмана для циклоприсоединения.					лабораторной работы			
12	Типы органических реакций с точки зрения теории орбитальных взаимодействий. Алифатическое нуклеофильное замещение. Механизмы S _N 1 и S _N 2. Орбитальный контроль и стереохимия реакции. Возможна ли ультимативная граница между механизмами? Влияние структуры и растворителя на механизм. Взаимодействие неподеленных пар. Строение гидразина и перекиси водорода. α-Эффект. Аномерный эффект и его объяснение как взаимодействие неподеленных пар гетероатома с разрыхляющими σ*-орбиталями. Взаимодействие неподеленных пар "через пространство" и "через связи". Анхимерное содействие.	2	4			Собеседование, презентации на основе современных мультимедийных средств, выполнение лабораторной работы	0	5	1-24
13	Алифатическое электрофильное замещение. Уходящая группа. Реакции S _E 1, S _E 2, S _E i, S _E 1(N) ртуть- и оловоорганических соединений. Орбитальные взаимодействия и стереохимия.	2	2			Собеседование Выполнение	0	5	1-24

	Нуклеофильное содействие в электрофильном замещении. Кинетические закономерности, определяющая роль электрофильной атаки или нуклеофильного содействия. SET-Механизм.					лабораторной работы			
14	Ароматическое электрофильное и нуклеофильное замещение. Построение молекулярных орбиталей бензола и монозамещенных бензолов. Ориентация и реакционная способность производных бензола в реакциях электрофильного замещения с точки зрения орбитальной теории. Орбитальный и зарядовый контроль. Факторы парциальных скоростей. Селективность и её связь со структурой переходного состояния. Индексы “суперделокализуемости” Фукуи и “числа реактивности” Дьюара. Энергия и симметрия граничных орбиталей дизамещенных бензолов. Орбитальные коэффициенты и ориентация нуклеофильного замещения $S_N2(Ar)$.	2	4			Собеседование Выполнение лабораторной работы	0	6	1-24
15	Присоединение по двойным углерод-углеродным связям. Влияние заместителей различной природы на энергию граничных орбиталей алкенов. Орбитальные коэффициенты и региоселективность. Многостадийные и согласованные процессы присоединения. Гидроборирование как пример псевдоперициклической реакции.	2	2			Собеседование Выполнение лабораторной работы	0	5	1-24
16	Донорно-акцепторные взаимодействия в органической химии. Донорноакцепторные взаимодействия как элементарный акт многих органических и природных процессов. Комплексы с переносом заряда (КПЗ), их роль в химии. Кислоты Льюиса. Жёсткие и мягкие кислоты и основания. Орбитальный и зарядовый	2	4			Собеседование, реферат, выполнение лабораторной	0	6	1-24

	контроль. Применение принципа ЖМКО к органическим реакциям. Кислоты Брэнстеда. Связь между протонной и льюисовской основностью, уравнение Эдвардса. Разбавленные растворы. Сила кислот и оснований. Эффекты сольватации. Кислотный и основной катализ. Специфический и общий кислотный и основной катализ. Уравнение Брэнстеда. Концентрированные растворы. Кислотные функции H_0 , H_A , H_R . Соотношение между ними. Кислотные функции и скорости реакций. Суперкислые среды. Превращения органических молекул в суперкислых средах. Суперосновные среды. Система $DMCO-OH^-$ как суперосновная среда.					работы			
17	Сигматропные перегруппировки (сигматропные сдвиги). Определение. Классификация. Порядок сигматропного сдвига. Примеры [1,2], [3,3] и других сигматропных сдвигов. Ароматическое и антиароматическое переходное состояние. [1,2]-Сдвиги. Перегруппировка Вагнера-Меервейна и пинаколиновая перегруппировка. Миграция водорода и алкильных групп. Неклассические карбокатионы. Строение 2-норборнильного катиона по данным спектроскопии ЯМР при разных температурах. Стереохимия перегруппировки Вагнера-Меервейна. Миграция арила. Фенолиевые ионы. Карбеновая перегруппировка Вольфа. Перегруппировки к электронодефицитному азоту (Бекмана, Гофмана, Курциуса) как [1,2]-сигматропные сдвиги. Стереохимия перегруппировки Бекмана. [3,3]-Сдвиги. Перегруппировки Коупа и Кляйзена. Синтез индола по Фишеру. Бензидиновая	2	2			Собеседование Выполнение лабораторной работы	0	6	1-24

	перегруппировка как [5,5]-сигматропный сдвиг. Бульвален. Валентная таутомерия.								
18	Неперициклические перегруппировки. 1,2-Перегруппировки к электроноизбыточному центру. Перегруппировки Виттига, Стивенса, Мейзенгеймера. Их стереохимия и радикал-согласованный механизм. Одноэлектронный сдвиг, радикальные пары и эффекты ХПЯ. Перегруппировка Фаворского. Перегруппировки в свободных радикалах. 1,5-Миграция атома водорода.	2	4	Органические соединения переходных металлов и металлокомплексный катализ. Рассмотрение различных стадий каталитического процесса на примере реакции гидрирования. Влияние различных факторов на каждую стадию каталитического цикла. Транс-эффект. Близкое взаимодействие. реакции изомеризации алкенов, кросс-сочетания, метатезиса алкенов, карбонилирования и карбоксилирования.	2	Собеседование Выполнение лабораторной работы	0	5	1-24
	ИТОГО	36	54		36		0	100	

6. Образовательные технологии

Традиционные лекции и практические (семинарские) занятия с использованием современных интерактивных технологий. Лекции с использованием мультимедийных презентаций, лекции-беседы, лекции-диалоги, эвристические лекции, лекции-визуализации, практические занятия, самостоятельная работа студентов, компьютерное тестирование.

Лекция-диалог – содержание подается через серию вопросов, на которые студент должен отвечать непосредственно в ходе лекции.

Реферат – письменный доклад или выступление по определённой теме, в котором собрана информация из одного или нескольких источников.

Презентации на основе современных мультимедийных средств - самый эффективный способ донесения важной информации при публичных выступлениях. Слайд-презентации с использованием мультимедийного оборудования позволяют эффективно и наглядно представить содержание изучаемого материала, выделить и проиллюстрировать сообщение, которое несет поучительную информацию, показать ее ключевые содержательные пункты. Использование интерактивных элементов позволяет усилить эффективность публичных выступлений, являющихся частью профессиональной деятельности преподавателя.

Онлайн-семинар – разновидность веб-конференции, проведение онлайн-встреч или презентаций через Интернет в режиме реального времени. Каждый из участников находится у своего компьютера (средства связи), а связь между ними поддерживается через Интернет посредством загружаемого приложения, установленного на компьютере каждого участника (Zoom, Meet, Skype и др.).

Видеоконференция – сеанс видеоконференцсвязи (ВКС) – это технология интерактивного взаимодействия двух и более участников образовательного процесса для обмена информацией в реальном режиме времени.

Используются интерактивные методы обучения: ситуационные задачи, исследовательский метод обучения, деловые игры, подготовка и публичная защита рефератов.

Технология электронного обучения (реализуется при помощи электронной информационно-образовательной среды (ЭИОС) СОГУ при использовании ресурсов ЭБС, при проведении автоматизированного компьютерного тестирования и т. д.).

Используются технологии с применением дистанционного обучения на платформе «Moodle» <http://lms.nosu.ru/>.

Примечания:

- Все виды учебной работы могут проводиться дистанционно на основе локальных нормативных актов.

- В целях реализации индивидуального подхода к обучению студентов, осуществляющих учебный процесс по индивидуальной траектории в рамках индивидуального рабочего плана, изучение данной дисциплины может осуществляться через индивидуальные консультации преподавателя очно, в часы консультаций, по электронной почте, а также с использованием Cisco Webex Meetings, платформы дистанционного обучения Moodle, личный кабинет студента на портале СОГУ, других элементов ЭИОС СОГУ.

7. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Самостоятельная работа обучающихся является одним из видов учебных занятий. Самостоятельная работа проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений обучающихся студентов;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развития исследовательских умений.

Самостоятельная работа обучающихся осуществляется на протяжении изучения всей дисциплины в соответствии с утвержденной в учебном плане трудоемкостью и состоит из:

- работы студентов с лекционными материалами, поиска и анализа литературы и электронных источников информации по заданной теме;
- выполнения заданий для самостоятельной работы в ЭИОС СОГУ;
- изучения теоретического, правового и статистического материала для подготовки к практическим занятиям;
- подготовки к экзамену.

При изучении данной дисциплины предусмотрена защита реферата. Все методические материалы представлены в системе дистанционного обучения СОГУ.

Методические рекомендации по написанию рефератов

Реферат — письменная работа по определенной научной проблеме, краткое изложение содержания научного труда или научной проблемы. Он является действенной формой самостоятельного исследования научных проблем на основе изучения текстов, специальной литературы, а также на основе личных наблюдений, исследований и практического опыта. Реферат помогает выработать навыки и приемы самостоятельного научного поиска, грамотного и логического изложения избранной проблемы и способствует приобщению студентов к научной деятельности.

Последовательность работы:

1. Выбор темы исследования. Тема реферата выбирается студентом на основе его научного интереса. Также помощь в выборе темы может оказать преподаватель.

2. Планирование исследования. Включает составление календарного плана научного исследования и плана предполагаемого реферата. Календарный план исследования включает следующие элементы: выбор и формулирование проблемы, разработка плана исследования и предварительного плана реферата; сбор и изучение исходного материала, поиск литературы; анализ собранного материала, теоретическая разработка проблемы; сообщение о предварительных результатах исследования; литературное оформление исследовательской проблемы; обсуждение работы (на семинаре и т. п.).

План реферата характеризует его содержание и структуру. Он должен включать в себя: введение, где обосновывается актуальность проблемы, ставятся цель и задачи исследования; основная часть, в которой раскрывается содержание проблемы; заключение, где обобщаются выводы по теме и даются практические рекомендации.

3. Поиск и изучение литературы. Для выявления необходимой литературы следует обратиться в библиотеку или к преподавателю. Подбранную литературу следует зафиксировать согласно ГОСТ по библиографическому описанию произведений печати.

Для разработки реферата достаточно изучение 4-5 важнейших статей по избранной проблеме. При изучении литературы необходимо выбирать материал, не только подтверждающий позицию автора реферата, но и материал для полемики.

4. Обработка материала. При обработке полученного материала автор должен: систематизировать его по разделам; выдвинуть и обосновать свои гипотезы; определить свою позицию, точку зрения по рассматриваемой проблеме; уточнить объем и содержание понятий, которыми приходится оперировать при разработке темы; сформулировать определения и основные выводы, характеризующие результаты исследования; окончательно уточнить структуру реферата.

5. Оформление реферата. При оформлении реферата рекомендуется придерживаться следующих правил: Следует писать лишь то, чем автор хочет выразить сущность проблемы, ее логику; Писать строго последовательно, логично, доказательно (по схеме: тезис – обоснование – вывод); Писать ярко, образно, живо, не только вскрывая истину, но и отражая свою позицию, пропагандируя полученные результаты; Писать осмысленно, соблюдая правила грамматики, не злоупотребляя наукообразными выражениями.

Реферат выполняется в соответствии с требованиями стандартов, разработанных для данного вида документов. Работа должна быть выполнена на белой бумаге стандартного листа А4. Текст должен быть отпечатан на компьютере в текстовом редакторе Microsoft Word и отвечать следующим требованиям: параметры полей страниц должны быть в пределах: верхнее и нижнее – по 20 мм, правое – 10 мм, левое – 30 мм, шрифт – Times New Roman, размер шрифта – 14, межстрочный интервал – полуторный. Лента принтера – только чёрного цвета. Нумерация страниц в реферате должна быть сквозной, начиная с третьей страницы. Номер проставляется арабскими цифрами вверху каждой страницы справа.

При изложении материала необходимо придерживаться принятого плана.

Библиографический список составляется на основе источников, которые были просмотрены и изучены студентом при написании реферата. Данный список отражает самостоятельную творческую работу студента, что позволяет судить о степени его подготовки и углублении в выбранную тематику. Вся использованная литература размещается в следующем порядке: законодательные акты, постановления, нормативные документы; вся учебная литература в алфавитном порядке, затем средства периодической печати в алфавитном порядке; источники из сети Интернет.

Методические рекомендации по созданию мультимедийной презентации

Структура и содержание презентации – это личное творчество автора. Полезно использовать шаблоны оформления для подготовки компьютерной презентации.

Слайды желательно не перегружать текстом, лучше разместить короткие тезисы. На слайдах необходимо демонстрировать небольшие фрагменты текста доступные для чтения на расстоянии; 2-3 фотографии или рисунка. Наиболее важный материал лучше выделить.

Таблицы с цифровыми данными плохо воспринимаются со слайдов, в этом случае цифровой материал, по возможности, лучше представить в виде графиков и диаграмм.

Не следует излишне увлекаться мультимедийными эффектами анимации. Особенно нежелательны такие эффекты как вылет, вращение, волна, побуквенное появление текста и т.д. Оптимальная настройка эффектов анимации – появление, в первую очередь, заголовка слайда, а затем — текста по абзацам. При этом если несколько слайдов имеют одинаковое название, то заголовок слайда должен постоянно оставаться на экране.

Чтобы обеспечить хорошую читаемость презентации необходимо подобрать темный цвет фона и светлый цвет шрифта. Нельзя также выбирать фон, который содержит активный рисунок.

Желательно подготовить к каждому слайду заметки по докладу. Затем распечатать их и использовать при подготовке или на самой презентации. Можно распечатать некоторые ключевые слайды в качестве раздаточного материала.

Необходимо обязательно соблюдать единый стиль оформления презентации и обратить внимание на стилистическую грамотность.

Следует пронумеровать слайды. Это позволит быстро обращаться к конкретному слайду в случае необходимости.

Рекомендации по содержанию и структуре слайдов мультимедийной презентации:

1-й слайд (титульный), на фоне которого студент представляет тему проекта, ФИО и научного руководителя.

2-й слайд. Включает в себя объект, предмет и гипотезу исследования.

3-й слайд. Содержит цель и задачи исследования. Цель проекта должна быть написана на экране крупным шрифтом. Здесь же, если позволяет место, можно написать и задачи. Задачи могут быть представлены и на следующем слайде.

4-й - слайд. Содержит структуру работы, которую можно предоставить, например, в виде графических блоков со стрелками. А также – перечисление применяемых методов и методик.

5-й - слайд. Представляется содержание и теоретическая значимость проекта. Суть решаемой проблемы может быть представлена в виде схем, таблиц, диаграмм, графиков, фотографий, фрагментов фильмов и т.п. На теоретическую часть представления проекта должно быть создано несколько слайдов.

6-й - слайд. Возможности применения результатов работы на практике. На эту тему также должно быть несколько слайдов.

7-й слайд. Главные выводы, итоги, результаты проекта целесообразно поместить на отдельном слайде. При этом не следует перечислять то, что было сделано, а лаконично изложить суть значимости проекта или полученных результатов исследования.

Последний слайд. В конец презентации желательно поместить слайд с текстом «Спасибо за внимание!».

Методические рекомендации по использованию информационно-коммуникативных технологий обучения

Для изучения лекционного материала дисциплины применяются аудиовизуальные (мультимедийные) технологии, которые не отрицают традиционные, проверенные временем методы преподавания, но, при этом, они повышают наглядность, информативность, оперативность в подаче информации, позволяют экономить время занятий.

Каждое семинарское занятие имеет свою особую форму проведения, свою методологическую специфику, что позволяет развивать у студентов различные как общекультурные, так и профессиональные компетенции. Постановка проблемы, разбор актуальных конкретных и гипотетических ситуаций, создание атмосферы диалога между преподавателем и группой позволяет работать индивидуально и в малых группах, коллективно обсуждать определенный тематический материал, а также инициировать самостоятельную работу студентов. При осмыслении содержания вопросов практических занятий преследуется цель соблюдать преемственность в профессиональном и в творческом развитии студентов.

Контроль самостоятельной работы студентов призван сделать процесс обучения более целостным и органичным. Его задача не оставить без внимания даже, на первый взгляд, малозначительные вопросы.

Вопросы и темы, отводимые на выполнение самостоятельной работы по дисциплине, а также критерии оценивания по каждому виду работы содержатся в разделе 8 РПД.

8. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, рубежной аттестации и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Рабочая программа предусматривает проведение лекционных и практических занятий, а также следующие виды работ: самостоятельную работу студентов по подготовке устных докладов, написанию рефератов, подготовку презентаций и обсуждений по темам дисциплины - работу в активной и интерактивной формах.

Виды контроля.

Рабочая программа предполагает текущий и промежуточный контроль знаний.

Текущий контроль – это непрерывно осуществляемый мониторинг уровня усвоения знаний и формирования умений и навыков в течение семестра или учебного года. Текущий контроль знаний, умений и навыков студентов осуществляется в ходе учебных (аудиторных) занятий, проводимых по расписанию. Формами текущего контроля выступают опросы на семинарских и практических занятиях, а также короткие (до 15 мин.) задания, выполняемые студентами в начале лекции с целью проверки наличия знаний, необходимых для усвоения нового материала или в конце лекции для выяснения степени усвоения изложенного материала.

Рубежный контроль осуществляется по более или менее самостоятельным разделам – учебным модулям курса и проводится по окончании изучения материала модуля в заранее установленное время. Рубежный контроль проводится с целью определения качества усвоения материала учебного модуля в целом.

Темы и критерии оценивания самостоятельной работы

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и контроля самостоятельной работы

1. Основные типы реакций органических соединений: перегруппировки, рекомбинация и диссоциация, бимолекулярное замещение, перенос электрона.
2. Деление реакций на нуклеофильные, электрофильные и гомолитические.
3. Общая классификация механизмов. Понятие о переходном состоянии.
4. Стадии изучения механизма реакций: материальный баланс, кинетика, стереохимические корреляции, изотопные и структурные метки, влияние заместителей, растворителя, катализаторов, поиск нестабильных интермедиатов.
5. Термодинамические параметры реакций.
6. Величина энтропии активации для реакций разных типов.
7. Понятие о кинетическом и термодинамическом контроле реакций.
8. Уравнение Гаммета. Константы заместителей и константы реакций, их знак и абсолютная величина. Константы +, -, *, I.
9. Стерические эффекты.
10. Уравнение Тафта.
11. Соотношение линейности свободных энергий в исследовании переходного состояния.
12. Примеры редких интермедиатов.
13. Напряженные углеводороды. Тетраэдран, (1,1,1)пропеллан, циклопропен и его реакция с атомарным углеродом.
14. Циклические аллены; примеры реакций с их участием.
15. Циклические ацетилены.
16. Аценафтин.
17. Арины и гетарины, доказательства их существования с помощью меченых атомов.

Примерная тематика рефератов и презентаций

1. Основные типы реакций органических соединений: перегруппировки, рекомбинация и диссоциация, бимолекулярное замещение, перенос электрона.
2. Деление реакций на нуклеофильные, электрофильные и гомолитические.
3. Общая классификация механизмов. Понятие о переходном состоянии.
4. Стадии изучения механизма реакций: материальный баланс, кинетика, стереохимические корреляции, изотопные и структурные метки, влияние заместителей, растворителя, катализаторов, поиск нестабильных интермедиатов.

Оценочный лист защиты реферата

Наименование показателя	Выявленные недостатки и замечания	Отметка
I. КАЧЕСТВО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ (РЕФЕРАТА, ПРОЕКТА)		
1. Соответствие содержания работы заданию		0,5
2. Грамотность изложения и качество оформления работы		0,5
3. Самостоятельность выполнения работы, глубина проработки материала, использование рекомендованной и справочной литературы		0,5
4. Обоснованность и доказательность выводов		0,5
Общая оценка за выполнение ИР		2
II. КАЧЕСТВО ДОКЛАДА		
1. Соответствие содержания доклада содержанию работы		0,5
2. Выделение основной мысли работы		0,5
3. Качество изложения материала		0,5
Общая оценка за доклад		1,5
III. ОТВЕТЫ НА ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО СОДЕРЖАНИЮ РАБОТЫ		
Вопрос 1		0,5
Вопрос 2		0,5
Вопрос 3		0,5
Общая оценка за ответы на вопросы		1,5
ИТОГОВАЯ ОЦЕНКА ЗА ЗАЩИТУ		5

Критерии оценивания студента за подготовку презентации

Оценк а	5	4	3	2
Содер жани е	Работа полностью завершена	Почти полностью сделаны наиболее важные компоненты работы	Не все важнейшие компоненты работы выполнены	Работа сделана фрагментарно
	Работа демонстрирует глубокое понимание описываемых процессов	Работа демонстрирует понимание основных моментов, хотя некоторые детали не уточняются	Работа демонстрирует понимание, но неполное	Работа демонстрирует минимальное понимание

	Даны интересные дискуссионные материалы. Грамотно используется научная лексика	Имеются некоторые материалы дискуссионного характера. Научная лексика используется, но иногда не корректно.	Дискуссионные материалы есть в наличии, но не способствуют пониманию проблемы. Научная терминология или используется мало или используется некорректно.	Минимум дискуссионных материалов. Минимум научных терминов
	Предложена собственная интерпретация или развитие темы (обобщения, приложения, аналогии)	В большинстве случаев предлагается собственная интерпретация или развитие темы	Иногда предлагается собственная интерпретация	Интерпретация ограничена или беспочвенна
Дизайн	Дизайн логичен и очевиден	·Дизайн есть	Дизайн случайный	Дизайн не ясен
	Имеются постоянные элементы дизайна. Дизайн подчеркивает содержание.	Имеются постоянные элементы дизайна. Дизайн соответствует содержанию.	Нет постоянных элементов дизайна. Дизайн может и не соответствовать содержанию.	Элементы дизайна мешают содержанию, накладываясь на него.
	Все параметры шрифта хорошо подобраны (текст хорошо читается)	Параметры шрифта подобраны. Шрифт читаем.	Параметры шрифта недостаточно хорошо подобраны, могут мешать восприятию	·Параметры не подобраны, делают текст трудночитаемым
Графика	Хорошо подобрана, соответствует содержанию, обогащает содержание	Графика соответствует содержанию	Графика мало соответствует содержанию	Графика не соответствует содержанию
Грамотность	Нет ошибок: ни грамматических, ни синтаксических	Минимальное количество ошибок	Есть ошибки, мешающие восприятию	Много ошибок, делающих материал трудночитаемым

Промежуточный контроль - итоговая оценка знаний студента, осуществляется по накопительной системе суммированием баллов, полученных в процессе текущего контроля.

Форма промежуточного контроля – экзамен.

**Перечень вопросов для подготовки к экзамену по дисциплине
«Механизмы органических реакций»**

1. Основные типы реакций органических соединений: перегруппировки, рекомбинация и диссоциация, бимолекулярное замещение, перенос электрона.
2. Деление реакций на нуклеофильные, электрофильные и гомолитические.
3. Понятие о кинетическом и термодинамическом контроле реакций.
4. Уравнение Гаммета. Константы заместителей и константы реакций, их знак и абсолютная величина.
5. Алкильные радикалы; строение и основные способы генерирования.
6. Основные радикал-радикальные реакции: рекомбинация, диспропорционирование.
7. Синглетные и триплетные карбены, их геометрия, различимость по тесту Скелла.
8. Способы генерации карбенов.
9. Карбониевые и карбениевые ионы.
10. Факторы, влияющие на стабильность карбениевых ионов.
11. Катион тропилия и его свойства.
12. Получение карбанионов в растворах в суперосновных средах.
13. Факторы, влияющие на стабильность карбанионов.
14. Критерии ароматичности по Хюккелю и Мёбиусу.
15. Правила Вудворда-Хоффмана.
16. Классификация реакций циклоприсоединения по числу электронов, типу орбиталей и геометрии перекрывания.
17. Термические (4+2) реакции.
18. Реакция Дильса-Альдера и ретродиеновый распад.
19. Механизм присоединения карбенов по двойной связи.
20. 1,3-Диполярное циклоприсоединение как (4+2)-процесс.
21. Фотохимическое (2+2) циклоприсоединение.
22. Механизмы SN1 и SN2. Орбитальный контроль и стереохимия реакции.
23. Механизмы SN1 и SN2. Влияние структуры и растворителя на механизм.
24. Ориентация и реакционная способность производных бензола в реакциях электрофильного.
25. Орбитальные коэффициенты и ориентация нуклеофильного замещения SN2(Ar). 12
26. Донорно-акцепторные взаимодействия как элементарный акт многих органических и природных процессов.
27. Кислоты Льюиса. Применение принципа ЖМКО к органическим реакциям.
28. Кислоты Брёнстеда. Кислотный и основной катализ.
29. Суперкислые среды. Превращения органических молекул в суперкислых средах.
30. Суперосновные среды. Система ДМСО-ОН- как суперосновная среда.
31. Примеры [1,2], [3,3] и других сигматропных сдвигов.
32. Перегруппировка Вагнера-Мервейна и пинаколиновая перегруппировка.
33. Миграция арила.
34. Карбеновая перегруппировка Вольфа.
35. Перегруппировки к электронодефицитному азоту (Бекмана, Гоффмана, Курциуса) как [1,2]-сигматропные сдвиги.
36. Стереохимия перегруппировки Бекмана.
37. Перегруппировки Коупа и Кляйзена.
38. Перегруппировки Димрота и Мамедова.

39. Синтез индола по Фишеру.
40. Бензидиновая перегруппировка как [5,5]-сигматропный сдвиг.
41. Перегруппировки Виттига, Стивенса, Мейзенгеймера.
42. Перегруппировка Фаворского.

Методика формирования результирующей оценки

Учебным планом по данной дисциплине предусмотрен экзамен. Максимальное количество баллов, которое может набрать студент **100**.

При успешном освоении курса студент, набравший 56 баллов или более, может быть освобожден от сдачи экзамена.

В противном случае на экзамене (устный ответ) магистранту предлагается три теоретических вопроса.

Вес теоретических вопросов составляет 1 и 2 вопросы – по 30 баллов, 3 вопрос – 40 баллов. То есть максимальный суммарный балл за ответ на экзамене составляет 100 баллов.

Все задания оцениваются по пятибалльной системе, а затем пересчитываются по приведенной шкале.

Шкала итоговой академической успеваемости студентов по дисциплине

Система оценок СОГУ		
Сумма баллов	Название	Числовой эквивалент
86 - 100	Отлично/зачтено	5
71-85	Хорошо /зачтено	4
56-70	Удовлетворительно/зачтено	3

Оценивание ответа студента на экзамене (зачете)

<i>Характеристика ответа</i>	<i>баллы</i>
Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний об объекте, проявляющаяся в свободном оперировании понятиями, умении выделить существенные и несущественные его признаки, причинно-следственные связи. Знание об объекте демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Ответ формулируется в терминах науки, изложен литературным языком, логичен, доказателен, демонстрирует авторскую позицию студента.	46-50
Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний об объекте, доказательно раскрыты основные положения темы; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Знание об объекте демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Ответ изложен литературным языком в терминах науки. Могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа.	41-45
Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, изложен в	36-40

терминах науки. Однако допущены незначительные ошибки или недочеты, исправленные студентом с помощью «наводящих» вопросов преподавателя.	
Дан полный, но недостаточно последовательный ответ на поставленный вопрос, но при этом показано умение выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Ответ логичен и изложен в терминах науки. Могут быть допущены 1–2 ошибки в определении основных понятий, которые студент затрудняется исправить самостоятельно.	31-35
Дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Студент может конкретизировать обобщенные знания, доказав на примерах их основные положения только с помощью преподавателя. Речевое оформление требует поправок, коррекции.	26-30
Дан неполный ответ, логика и последовательность изложения имеют существенные нарушения. Допущены грубые ошибки при определении сущности раскрываемых понятий, теорий, явлений, вследствие непонимания студентом их существенных и несущественных признаков и связей. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть конкретные проявления обобщенных знаний не показано. Речевое оформление требует поправок, коррекции.	21-25
Дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками в определениях. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь данного понятия, теории, явления с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы дисциплины.	1-20
Не получены ответы по базовым вопросам дисциплины.	0

Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Уровень сформированности компетенций			
«Минимальный уровень не достигнут» (менее 55 баллов)	Минимальный уровень» (56-70 баллов)	«Средний уровень» (71-85 баллов)	«Высокий уровень» (86-100 баллов)
Компетенции не сформированы. Знания отсутствуют, умения и навыки не сформированы.	«Компетенции сформированы. Сформированы базовые структуры знаний. Умения фрагментарны и носят репродуктивный характер. Демонстрируется	Компетенции сформированы. Знания обширные, системные. Умения носят репродуктивный характер, применяются к решению типовых заданий. Демонстрируется	Компетенции сформированы. Знания твердые, аргументированные, всесторонние. Умения успешно применяются к решению как типовых, так и нестандартных творческих

	низкий уровень самостоятельности практического навыка.	достаточный уровень самостоятельности устойчивого практического навыка.	заданий. Демонстрируется высокий уровень самостоятельности, высокая адаптивность практического навыка
Описание критериев оценивания			
Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала
Оценка «неудовлетворительно» / незачтено	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено»	Оценка «хорошо» / «зачтено»	Оценка «отлично» / «зачтено»

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) основная литература

1. Ли, Джей Джек. Именные реакции : механизмы органических реакций / Дж. Дж. Ли ; пер. с англ. В. М. Демьянович. - Москва : БИНОМ. Лаб. знаний, 2006. - 455, [1] с.; 25 см. - (Химия).; ISBN 5-94774-368-X (В пер.)
2. Механизмы органических реакций : Учеб. пособие / Том. гос. ун-т им. В. В. Куйбышева; [Рыжова Г. Л. и др.]; Под ред. А. П. Сахарова, С. А. Матасовой. - Томск : Изд-во Том. ун-та, 1990. - 124 с.; 20 см.; ISBN 5-7511-0064-6 : 20 к.
3. Катализ [Текст] : Стереохимия и механизмы органических реакций / Перевод с англ. канд. хим. наук Б. С. Гудкова [и др.]; Под ред. акад. А. А. Баландина и проф. А. М. Рубинштейна. - Москва : Мир, 1968. - 291 с. : черт.; 22 см.
4. Сапунов, Валентин Николаевич. Механизмы органических реакций [Текст] : учебное пособие / В. Н. Сапунов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева. - Москва : РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2017. - 135 с. : ил., табл.; 21 см.; ISBN 978-5-7237-1459-5 : 100 экз.
5. Денисламова, Екатерина Сергеевна. Механизмы органических реакций : учебное пособие / Е. С. Денисламова, Е. В. Баньковская ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Пермский национальный исследовательский политехнический университет". - Пермь : Издательство Пермского национального исследовательского политехнического университета, 2018. - 136 с. : ил., табл.; 21 см.; ISBN 978-5-398-02113-4
6. Денисламова, Екатерина Сергеевна. Механизмы органических реакций : учебное пособие / Е. С. Денисламова, Е. В. Баньковская ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Пермский национальный исследовательский политехнический университет". - Пермь : Издательство Пермского национального исследовательского политехнического университета, 2018. - 136 с. : ил., табл.; ISBN 978-5-398-02113-4
7. Минкин, Владимир Исаакович. Квантовая химия органических соединений : Механизмы реакций / В. И. Минкин, Б. Я. Симкин, Р. М. Миняев. - М. : Химия, 1986. - 246 с. : ил.; 22 см.; ISBN В пер. (В пер.) : 2 р. 80 к.
8. Смит В.А., Дильман А.Д. Основы современного органического синтеза. М.: Бином, 2009.
9. Травень В.Ф. Органическая химия: учебное пособие для вузов: в 3 т. // 2-е изд., перераб. Серия: Учебник для высшей школы. - Бином. – 2013.
10. Титце Л. Препаративная органическая химия: Реакции и синтезы в практикуме органической химии и научно-исследовательской лаборатории. Серия: Методы в химии. – М.: Мир. – 2009.
11. Реутов О.А. Органическая химия: в 4 ч. // 5 изд. - Бином. - 2013.
12. Травень В.Ф., Щекотихин А.Е. Практикум по органической химии. -Бином. – 2014.
13. Солдатенков А.Т. Основы органической химии лекарственных веществ. //Серия: Химия. - Бином. - 2012.
14. Бакстон Ш.Р. и др. Введение в стереохимию органических соединений: от метана до макромолекул. - М.: Мир, 2009. - 311 с. 13
15. Бейдер Р. Атомы в молекулах. Квантовая теория. - М.: Мир, 2001. - 532 с.
16. Боровлёв, И.В. Органическая химия: термины и основные реакции: учебное пособие для вузов / И.В. Боровлев. – М.: БИНОМ. Лаб. знаний, 2010. – 358 с.
17. Грибов Л.А. От теории спектров к теории химических превращений / Рос. АН. Инст-т геохимии и аналит. химии им. В.И. Вернадского. - М., 2001. - 366 с.
18. Грибов Л.А. Элементы квантовой теории строения и свойств молекул. – Долгопрудный: Изд. дом Интеллект, 2010. – 310 с.

19. Денисов В.Я., Мурышкин Д.Л., Чуйкова Т.В. Органическая химия: учебник для вузов. – М.: Высш. школа, 2009. – 544 с.
20. Илиел Э. и др. Основы органической стереохимии / пер. с англ. Бредихин А.А и др. - М.: БИНОМ, 2007. - 703 с.
21. Ли Дж. Именные реакции. Механизмы органических реакций - М.: БИНОМ, 2006. - 456 с.
22. Титце, Л. Домино-реакции в органическом синтезе / Л. Титце, Г. Браше, К.Герике; пер. с англ. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. – 671 с.: ил.
23. Уилсон С. Электронные корреляции в молекулах. - М.: Мир, 1987. – 304 с.
24. Уманский С.Я. Теория элементарных химических реакций. – Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2009. – 408 с.

б) дополнительная литература

25. Анисимов А.В. и др. Молекулярные перегруппировки сераорганических соединений. Органические сульфиды. - М.: Изд-во Моск. ун-та, 1989. - 120 с.
26. Белецкая И.П., Реутов О.А., Соколов В.И. Механизмы реакций металлоорганических соединений. “Химия”, Москва, 1972. 6.
27. Вацуро К.В., Мищенко Г.Л. Именные реакции в органической химии. - М.: Мир, 1976. - 528 с.
28. Гиллеспи Р. Геометрия молекул - М.: Мир, 1975. - 278 с.
29. Грибов Л.А. От теории спектров к теории химических превращений / Рос. АН. Инст-т геохимии и аналит. химии им. В.И. Вернадского. - М., 2001. - 366 с.
30. Ингольд К. Теоретические основы органической химии. - М.: Мир, 1973. – 1055 с.
31. Минкин В.И., Симкин Б.Я., Миняев Р.М. Квантовая химия органических соединений. Механизмы реакций. - М.: Химия, 1986 - 246 с.
32. Минкин В.И., Симкин Б.Я., Миняев Р.М. Теория строения молекул (Электронные оболочки). - М.: Высшая школа, 1997. - 407 с.
33. Нефедов О.М. и др. Химия карбенов. - М.: Химия, 1990. - 303 с.
34. Потапов В.М. Стереохимия. - М.: Химия, 1988. – 463 с.
35. Робертс Дж. и др. Основы органической химии. В 2-х томах. - М.: Мир, 1978
36. Сайкс П. Механизмы реакций в органической химии. - М.: Химия, 1977. - 319 с.

в) состав лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства.

№ п/п	Наименование	№ договора (лицензия)
1	Windows 10 Enterprise	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016 г.
2	Windows 10 Pro for Workstations	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016 г
3	Windows 8.1 Enterprise	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016 г
4	Windows 8.1 Professional	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016 г
5	Windows 8 Enterprise	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016 г
6	Windows 8 Professional	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016 г
7	Windows 7 Enterprise	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016 г
8	Windows 7 Professional	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016 г
9	Office Standard 2016	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016 г
10	Office Standard 2013	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016 г
11	Office Standard 2010	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016 г
12	Система тестирования Sunrav WEB Class	№ 468 от 03.12.2013 ИП Сунгатулин Р.Т. (бессрочно)
13	Антивирусное программное	№ 17E0-180222-130819-587-185 от 26.02. 2018 г. до

	обеспечение Kasperksy Total Security	14.03.2019 г.
14	Система управления базами данных MySQL FireBird	Свободное программное обеспечение(бессрочно)
15	Система поиска текстовых заимствований «Антиплагиат. ВУЗ»	№ 795 от 26.12.2018 (действителен до 30.12.2019 г) с ЗАО «Анти-Плагиат» продлена до 2021 г.
16	Консультант+	№ 430-2017/614 от 11.01.2017 г. ООО «Фаст-Информ» (бессрочно)
17	Гарант	01.2020 г. -12.2021г.

г) современные профессиональные базы данных, информационные справочные системы, электронные образовательные ресурсы

Обеспечен доступ к современным профессиональным базам данных, информационным справочным и поисковым системам (библиотека СОГУ):

1. ЭБС «Университетская библиотека ONLINE» (<https://biblioclub.ru/>)
2. ЭБС «Консультант студента» Студенческая электронная библиотека по медицинскому и фармацевтическому образованию, а также по естественным и точным наукам в целом (<http://www.studentlibrary.ru/>)
3. ЭБС «Юрайт» — образовательная среда, включающая виртуальный читальный зал учебников и учебных пособий от авторов из ведущих вузов России по всем направлениям и специальностям (<https://www.biblio-online.ru/>)
4. Научная электронная библиотека eLI-BRARY.RU (www.elibrary.ru/).
5. Виртуальный читальный зал диссертаций и авторефератов РГБ (dvs.rsl.ru) – регистрация и доступ только в зале электронных ресурсов.
6. Универсальная база данных электронных периодических изданий East View (eastview.com) (<https://dlib.eastview.com/>)
7. Электронные ресурсы издательства Springer Nature (<http://link.springer.com/>)
8. Электронная медицинская библиотека «Консультант студента» (<http://www.studentlibrary.ru>) доступна с любого компьютера после регистрации читателя в зале электронных ресурсов.
9. Электронные книги Springer Nature 2011-2017 гг.: (springerlink.com)
10. ЭБС «Юрайт» — образовательная среда, включающая виртуальный читальный зал учебников и учебных пособий от авторов из ведущих вузов России по всем направлениям и специальностям (<https://www.biblio-online.ru/>)

Рекомендуемые интернет-адреса по химии:

1. Weisberg M., Needham P., Hendry R. Philosophy of Chemistry (First published Mar 14, 2011) // The Stanford Encyclopedia of Philosophy. Edited by Edward N. Zalta. <http://plato.stanford.edu/entries/chemistry/>
2. HYLE. International Journal for Philosophy of Chemistry. <http://www.hyle.org/journal/concept.htm>
3. Foundations of Chemistry. Philosophical, Historical, Educational and Interdisciplinary Studies of Chemistry. <http://www.springer.com/philosophy/epistemology+and+philosophy+of+science/journal/10698>
<http://www.sitc.ru/ton>
<http://www.eco.nw.ru/>
<http://www.wikipedia.org>

<http://www.elementy.ru>
<http://www.globalproblem.ru>
<http://www.vokrugsveta.ru>

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Проведение дисциплины обеспечено всем необходимым.

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также самостоятельной работы обучающихся: преподавательский стол; стул; столы для обучающихся; стулья; кафедра; классная доска.

Проекционное мультимедийное оборудование (Мультимедийный проектор BenQ MX816ST, с потолочным креплением и наб. кабелей – 1 шт. Рабочая станция в составе: Системный блок HP 500B MT E7500.DOS RUS (XF936 EA), Мон +/клавиат – 1шт. Компьютеры для офиса в комплекте (Монитор (BENQ G2255A<Black>)//Системный блок – 1 шт.

Программное обеспечение: Windows 7 Professional; Office Standard 2016; WinRAR; Adobe Acrobat Reader; Mozilla Firefox; Google Chrome; Kaspersky Endpoint Security; Система тестирования Sunrav WEB Class (Бессрочное ПО); Программное обеспечение для редактирования химических формул Isis Draw (Бессрочное ПО); Консультант плюс; Система поиска текстовых заимствований «Антиплагиат.ВУЗ»; Программа для ЭВМ «Банк вопросов для контроля знаний»; Cisco Webex; MOODLE; демонстрационные и учебно-наглядные пособия (видеопрезентация).

Лаборатория органической химии и тонкого органического синтеза

преподавательский стол; стул ; столы для обучающихся; стулья; классная доска.

Оборудование: Проекционное мультимедийное оборудование (Мультимедийный проектор BenQ MX816ST, с потолочным креплением и наб. кабелей – 1 шт. Рабочая станция в составе: Системный блок HP 500B MT E7500.DOS RUS (XF936 EA), Мон +/клавиат – 1шт. Компьютеры для офиса в комплекте (Монитор (BENQ G2255A<Black>)//Системный блок – 1 шт.

Программное обеспечение: Windows 7 Professional; Office Standard 2016; WinRAR; Adobe Acrobat Reader; Mozilla Firefox; Google Chrome; Kaspersky Endpoint Security; Система тестирования Sunrav WEB Class (Бессрочное ПО); Программное обеспечение для редактирования химических формул Isis Draw (Бессрочное ПО); Консультант плюс; Система поиска текстовых заимствований «Антиплагиат.ВУЗ»; Программа для ЭВМ «Банк вопросов для контроля знаний»; Cisco Webex; MOODLE; демонстрационные и учебно-наглядные пособия (видеопрезентация).

Шкаф вытяжной с подводом воды ШВ НВК - 2 шт.

Оборудование: Испаритель ротационный ROTOVAPOR R210/V с вертик. холодиль. в компл. с исп. колб – 2 шт. Испаритель ротационный Hei-Varvalues G3 – 1 шт. Рефрактометр ИРФ 454Б2М с подсветкой – 1 шт. Термостат охлаждающий HUBER Ministat – 1 шт. Насос вакуумный мембранный V-700 – 1 шт. Мешалка магнитная с подогревом IKARST – 3 шт. Магнитная мешалка с подогревом 78-1 (25Вт размешивание/120Вт нагрев) -1 шт. Мешалка магнитная RET control-visc – 1 шт. Мешалка магнитная с нагревом IKA RST basik с датчиком температуры PT 1000.60 – 2 шт. Ультразв. дезинтегратор ИД-11 – 1 шт.

Весы аналитические WA-32 – 2 шт. Весы лабораторные CAS MW120 – 1 шт. Весы лабораторные CAS MW-120 ц. д. 0,01 – 2 шт. Весы лабораторные прецизионные ET-300П с поверкой – 1 шт. Сушильный шкаф Loip LF-120\300-VSI – 1шт. Ротационный испаритель Hei-VAP Value – 1шт. Мешалка магнитная с подогревом и цифровым терморегулятором

Heidolf – 2шт. Мембранный вакуумный насос KNFN 842,3 FT.18n – 1шт. Нагревательная плита ES-H3040 – 1шт. Весы лабораторные электронные BM12(500г, 0,01г, внешняя калибровка – 1шт. Весы лабораторные электронные BM 101 – шт. рН-метр\иономер(стационарный) Анион-4100(-2...14pH) – 1шт.

Лаборатории: компьютерные классы для текущего контроля и промежуточной аттестации, а также самостоятельной работы обучающихся:

преподавательский стол; стул; столы обучающихся; стулья; кафедра; классная доска. Оборудование: компьютеры для компьютерного класса в комплекте с программным обеспечением, выходом в сеть Интернет и доступом в электронную образовательную среду СОГУ– 12шт, источники бесперебойного питания, Ippon, коммутатор для класса D-Link DGS-10240, интерактивная доска 78*1702070/15112/11344/2 – 1шт. проектор Beno MX503 – 1шт.

Программное обеспечение: Windows 7 Professional; Office Standard 2016; WinRAR; Adobe Acrobat Reader; Mozilla Firefox; Google Chrome; Kaspersky Endpoint Security; Система тестирования Sunrav WEB Class (Бессрочное ПО); Программное обеспечение для редактирования химических формул Isis Draw (Бессрочное ПО); Консультант плюс; Система поиска текстовых заимствований «Антиплагиат.ВУЗ»; Программа для ЭВМ «Банк вопросов для контроля знаний»; Cisco Webex; MOODLE; демонстрационные и учебно-наглядные пособия (видеопрезентация).

Библиотека, в том числе читальный зал: столы, стулья; ПК обучающихся.

Программное обеспечение: Windows 7 Professional; Office Standard 2016; WinRAR; Adobe Acrobat Reader; Mozilla Firefox; Google Chrome; Kaspersky Endpoint Security; Система тестирования Sunrav WEB Class (Бессрочное ПО); Программное обеспечение для редактирования химических формул Isis Draw (Бессрочное ПО); Консультант плюс; Система поиска текстовых заимствований «Антиплагиат.ВУЗ»; Программа для ЭВМ «Банк вопросов для контроля знаний»; Cisco Webex; MOODLE; демонстрационные и учебно-наглядные пособия (видеопрезентация).

ЭБС"Университетская библиотека ONLINE" <https://biblioclub.ru> ;ЭБС «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru> студенческая электронная библиотека по медицинскому и фармацевтическому образованию, а также по естественным и точным наукам в целом;

ЭБС «Юрайт» - образовательная среда, включающая виртуальный читальный зал учебников и учебных пособий от авторов из ведущих вузов России по всем направлениям и специальностям www.biblio-online.ru;

демонстрационные и учебно-наглядные пособия (видеопрезентация);

Электронная библиотека диссертации и авторефератов РГБ(ЭБД РГБ) <https://dvs.rsl.ru>;

ЭБС «Научная электронная библиотека eLibrary.ru» <https://biblioclub.ru>